

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-313445
(43)Date of publication of application : 06.11.2003

(51)Int.Cl. C08L101/12
G02B 1/04
G02B 3/00
G03B 21/62
H04N 5/74

(21)Application number : 2003-042811 (71)Applicant : DAINIPPON PRINTING CO LTD
(22)Date of filing : 20.02.2003 (72)Inventor : DOI YASUHIRO

(30)Priority

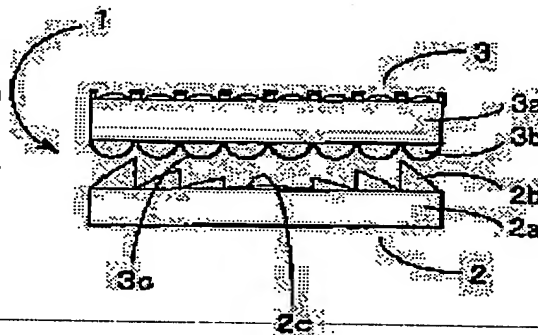
Priority number : 2002042949 Priority date : 20.02.2002 Priority country : JP

(54) RESIN COMPOSITION FOR OPTICAL ELEMENT, OPTICAL ELEMENT, AND PROJECTION SCREEN

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a resin composition which gives an optical element wherein the shape of a lens is not crushed even when pressure is applied to the surface of the lens, the lens is immediately restored even when it is crushed, and a high quality (i.e., a high abrasion resistance) is ensured; and an optical element and a projection screen obtained from the resin composition.

SOLUTION: The resin composition for an optical element has a glass transition temperature of 5-36° C and an equilibrium elastic modulus of 0.859×10^8 - 3.06×10^8 dyne/cm².



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

REST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2003-313445
(P2003-313445A)

(43) 公開日 平成15年11月6日 (2003. 11. 6)

(51) Int. Cl. ⁷	識別記号	F I	テームコード* (参考)
C 0 8 L 101/12		C 0 8 L 101/12	2 H 0 2 1
G 0 2 B 1/04		G 0 2 B 1/04	4 J 0 0 2
3/00		3/00	A 5 C 0 5 8
G 0 3 B 21/62		G 0 3 B 21/62	
H 0 4 N 5/74		H 0 4 N 5/74	C
審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 22 頁)			

(21) 出願番号 特願2003-42811(P2003-42811)
(22) 出願日 平成15年2月20日 (2003. 2. 20)
(31) 優先権主張番号 特願2002-42949(P2002-42949)
(32) 優先日 平成14年2月20日 (2002. 2. 20)
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

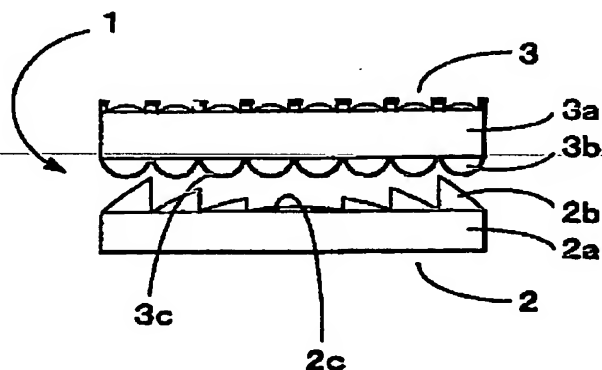
(71) 出願人 000007897
大日本印刷株式会社
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
(72) 発明者 土 井 康 裕
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
大日本印刷株式会社内
(74) 代理人 100075812
弁理士 吉武 賢次 (外3名)
Fターム(参考) 2H021 BA24
4J002 BE041 BG041 CD001 CH031
GP01
5C058 BA35 EA36

(54) 【発明の名称】 光学素子用樹脂組成物、光学素子、およびプロジェクションスクリーン

(57) 【要約】

【課題】 光学素子のレンズ表面に圧力がかかっても、レンズ形状が潰れることなく、また、潰れた場合であってもすぐに復元でき、良好な品質を確保できる（すなわち耐擦れ性の高い）、光学素子用樹脂組成物、光学素子、及びプロジェクションスクリーンを提供する。

【解決手段】 光学素子を構成するための樹脂組成物において、ガラス転移温度が5～36℃であり、平衡弾性率が $0.859 \times 10^8 \sim 3.06 \times 10^8$ dyne/cm²である、光学素子用樹脂組成物とする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】光学素子を構成するための樹脂組成物において、ガラス転移温度が $5\sim 36^{\circ}\text{C}$ であり、平衡弾性率が $0.859\times 10^8\sim 3.06\times 10^8\text{ dyne/cm}^2$ である、光学素子用樹脂組成物。

【請求項2】弾性変形率を $W_e(\%)$ 、圧縮弾性率を $E(\text{Mpa})$ と表した場合に、 $W_e>-0.0189E+34$ 、2の関係満足する、請求項1に記載の光学素子用樹脂組成物。

【請求項3】復元速度を $V(\mu\text{m/秒})$ 、最大変形量を $DM(\mu\text{m})$ と表した場合に、 $V\geq 0.178DM-0.852$ の関係満足する、請求項1に記載の光学素子用樹脂組成物。

【請求項4】前記の関係が、 $V\geq 0.112DM-0.236$ である、請求項3に記載の光学素子用樹脂組成物。

【請求項5】復元速度を $V(\mu\text{m/秒})$ 、残留変形量 (μm) とした場合に、 $V\geq 0.858R-0.644$ の関係満足する、請求項1～4のいずれか1項に記載の光学素子用樹脂組成物。

【請求項6】クリープ変形率を $C(\%)$ 、圧縮弾性率を $E(\text{Mpa})$ と表した場合に、 $(-0.026E+3)<C<(-0.02E+63)$ の関係満足する、請求項1から5のいずれか1項に記載の光学素子用樹脂組成物。

【請求項7】 -20°C における貯蔵弾性率が、 $2.96\times 10^{10}\text{ dyne/cm}^2$ 以下であり、かつ、 -20°C における損失正接が、 0.02 以上である、請求項6のいずれか1項に記載の光学素子用樹脂組成物。

【請求項8】損失正接の温度依存性曲線における $-20\sim 50^{\circ}\text{C}$ の範囲の損失面積が、 20°C 以上である、請求項7に記載の光学素子用樹脂組成物。

【請求項9】常温における動摩擦係数が、 $0.07\sim 0.15$ である、請求項1～8のいずれか1項に記載の光学素子用樹脂組成物。

【請求項10】請求項1～請求項9のいずれか1項に記載の光学素子用樹脂組成物からなる、光学素子。

【請求項11】前記光学素子が、フレネルレンズシートである、請求項10に記載の光学素子。

【請求項12】屈折率が 1.52 以上である、請求項11に記載の光学素子。

【請求項13】請求項10～12のいずれか1項に記載の光学素子と、レンチキュラーレンズとから構成される、プロジェクションスクリーン。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光学素子を構成するための樹脂組成物に関し、特に、光学素子のレンズ表面に圧力がかかっても、レンズ形状が潰れることなく、また、潰れた場合であってもすぐに復元でき、良好な品

質を確保できる（すなわち耐擦れ性の高い）、光学素子用樹脂組成物および当該樹脂組成物からなる光学素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】光学素子は、透明基材上に、光学的形状に賦型された樹脂組成物の層が設けられてなる構成、ないし基材を伴わずに樹脂組成物の層に直接に光学的形状が賦型された構成を有するものである。光学素子表面の光学的形状には種々のものがあるが、一般的に、微細なレンズ状の突起部分を配列した、光学素子全体として見れば多数の凹凸形状有する構成からなるものが多い。

【0003】光学素子の使用に際しては、複数の光学素子を組み合わせて使用することがある。このようにレンズを組み合わせて用いる場合は、光学素子の光学的効果を最大限に発揮させるため、また、光学素子のレンズ表面を保護するため、互いの光学素子表面を向かい合わせて密着させることがしばしば行われている。最も典型的な例が、プロジェクションスクリーンに用いられるフレネルレンズとレンチキュラーレンズとの組合せである。該フレネルレンズは、投射光を平行光化して垂直方向に補正する機能を有するものであり、一方、該レンチキュラーレンズは、フレネルで平行光化した光を水平方向に拡散する機能を有するものである。通常、このようなプロジェクションスクリーンにおいては、フレネルレンズ（サーキュラーフレネル凸レンズ）の出光面側とレンチキュラーレンズの入光面側とを密着させて用いられる。

【0004】このように、光学素子のレンズ面どうしを密着すると、いずれの表面も凹凸を有するため、互いの表面形状に影響を及ぼす。例えば、上記の例においては、フレネルレンズ面の断面は、鋸刃状の先端が尖った凹凸形状を有し、一方、レンチキュラーレンズ面の断面は、半円形もしくは半楕円等の丸みを有する盛り上がったアーチ状の凹凸形状を有している。このような断面形状を持つフレネルレンズシートとレンチキュラーレンズシートとが互いに密着すると、レンチキュラーレンズの盛り上がった頂部と、フレネルレンズの尖った先端とが接触し、接触圧により、レンチキュラーレンズおよび/またはフレネルレンズの形状、即ちレンズ表面の凹凸形状が変形し、レンズつぶれが発生する。

【0005】上記のようなレンズ形状の変形は、レンズを構成する樹脂の硬度を高めることにより解消することができるが、単に硬度を高めるのみでは樹脂が脆くなってしまう、取り扱い時や断裁時にレンズが欠けやすくなるといった問題を招く。したがって、レンズを構成する樹脂は、硬度が高い一方で、ある程度の柔軟性を有していなければならない。

【0006】樹脂硬化物の硬度は、一般にガラス転移温度に関係し、ガラス転移温度が低すぎると、ゴム弾性が低下し、加圧により樹脂が塑性変形を起こす。通常、ある程度の架橋密度を有する樹脂であれば、ガラス転移温

度が低くてもゴム弾性が発現し、圧力がかかっても、塑性変形するには至らない。しかしながら、光学素子用樹脂組成物においては、その必須要件としての屈折率の向上のために、ベンゼン環や脂環基からなる剛直な鎖を分子鎖中に導入する必要があるため、ガラス転移温度の上昇を招く。したがって、所望の屈折率を維持しながらガラス転移温度を常温付近に低くするのは非常に困難である。逆に、ガラス転移温度が高すぎると、屈折率の向上の点では有利となるが、樹脂の剛性が高くなるため、内部応力（ひずみ）が残存し易い。そのため、基材と貼り合わせた構造のレンズシートでは、レンズ樹脂の緩和により、レンズシートの反りが生じる。

【0007】一方、臭素化合物等のハロゲン化合物や硫黄を含有する材料を使用すれば、ベンゼン環等の芳香族系の化合物を用いることなく屈折率を上げることができ、しかも材料物性をうまく制御することが可能になる。しかしながら、環境負荷の観点からは、臭素の使用をできるだけ避けた方が好ましい。

【0008】また、2枚の光学素子を組み合わせたプロジェクションスクリーン等を輸送する際は、長時間に渡って、互いの光学素子が動的にずれる状態で擦りあうため、光学素子表面に傷が発生するおそれがある。また、輸送や保管の際、ないしTV組込み工程前の一時保管の際に、プロジェクションスクリーン等を積載した場合、レンズ表面に高圧が付加された状態が長時間続くため、クリープによるレンズ変形が生じ易く、レンズ潰れが発生するおそれがある。さらに、輸送用コンテナや船倉の内部温度は、上昇したり、あるいは下降することあるので、高温環境下や低温環境下に光学素子が置かれることにより、光学素子表面の変形や擦り傷が発生しやすくなる。

【0009】特開平10-106647号公報には、硬化させた活性エネルギー線硬化樹脂からなるレンズシートの弾性率が、 $-20\sim 40^{\circ}\text{C}$ において、 $80\sim 2000\text{kg/cm}^2$ の範囲となるようにして、広い温度範囲で形状安定性に優れ、光学特性を維持できるレンズシートが開示されている（特許文献1）。

【0010】また、特開2001-228549号公報には、レンズシートに動的な力が加わった場合を考慮して、レンズを構成する電離放射線硬化型樹脂の動的弾性率の散逸率（ $\tan\delta$ ）を所定範囲に設定することにより、歪をため込まず柔軟で復元性に優れたレンズシート用樹脂組成物が提案されている（特許文献2）。

【0011】

【特許文献1】特開平10-106647号公報

【特許文献2】特開2001-228549号公報

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平10-106647号公報においては、JIS K-7113に規定された弾性率を採用しており、この弾性率

は、平坦なフィルムを用いた場合の引っ張り弾性率を求めたものであるため、光学素子を形成する硬化型樹脂の実際の使用環境下（圧縮力を受ける環境）を再現しているものとは言い難い。

【0013】硬く、剛性の高い硬化型樹脂材料を光学素子レンズ用材料として使用することにより、レンズ面に長時間圧力を受けることにより生じるレンズのつぶれを容易に回避することができる。しかしながら、樹脂の剛性が高い故、輸送時に低温環境下に置かれた場合、接触している他方のレンズを傷つけやすくなる。また、2枚のレンズが積層された状態（横積載）で長時間高圧力がかかると、弾性変形領域以上のエネルギーがレンズに加わった場合、樹脂が塑性変形を起こし、レンズつぶれが発生する。

【0014】また、フレネルレンズを構成する樹脂組成物の架橋密度、弾性率等が高すぎると、製造過程で付加される内部ひずみが大きくなる。フレネルレンズにおいては、2重像を改善するため、レンズシートの厚みが薄い方が好ましく、このような薄厚のレンズシートでは、レンズ層部分の内部ひずみの影響により基材が引きずられるため、レンズとして要求される適正な湾曲を保持できなくなってしまう。このように、ある程度広面積のレンズシートにおいては、レンズ層の内部ひずみを低減するため、弾性率の低い材料を用いることが好ましい。

【0015】さらに、接触圧力によりフレネルレンズ表面の凹凸部分が変形して潰れた状態で振動が加わると、両レンズ間の摩擦力（静摩擦力）も大きくなり、スティックスリップ運動を誘発し、擦れが発生し易くなる。この問題を解決するために、特開2000-384258号公報、特開平9-59535号公報等には、レンズ用樹脂組成物の復元力を高めることがフレネルレンズ用途として好ましいとされているが、具体的にどのような効果があり、また数値上どの程度の復元力があればよいかは詳しくは言及されていない。

【0016】したがって、本発明は、光学素子のレンズ表面に圧力がかかっても、レンズ形状が潰れることなく、また、潰れた場合であってもすぐに復元でき、良好な品質を確保できる（すなわち耐擦れ性の高い）、光学素子用樹脂組成物、光学素子、及びプロジェクションスクリーンを提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するため、鋭意検討を重ねた結果、所定の光学特性を有する硬化型樹脂にゴム弾性的な復元性（復元力、復元速度）を付与することにより耐擦れ性が向上することを見出すとともに、所望の屈折率を発現させるためにベンゼン環を多く導入した樹脂組成物を用いた場合であっても、剛性と共に、ゴム弾性をも発現する物性領域を見いだしたものである。すなわち、ガラス転移温度、摩擦係数、平衡弾性率、貯蔵弾性率、損失正接、復元速度、および変形量

が所定範囲にあり、かつ、弾性変形率と圧縮弾性率、および圧縮弾性率とクリープ変形率とが所定の関係を有する樹脂組成物を光学素子に用いることにより、上記課題が解決できることを見いだしたものである。

【0018】すなわち、本発明における光学素子用樹脂組成物は、ガラス転移温度（以下、 T_g という。）が、 $5\sim 36^\circ\text{C}$ であり、平衡弾性率が $0.859\times 10^8\sim 3.06\times 10^8\text{ dyne/cm}^2$ である。

【0019】また、上記の光学素子用樹脂組成物は、弾性変形率を W_e （単位：％）、圧縮弾性率（単位： Mpa ）を E と表した場合に、 $W_e > -0.0189E + 34.2$ の関係を満足するものであることが好ましい。このような樹脂を用いることにより、プロジェクションスクリーンにおけるレンズ面同士の圧縮によるレンズつぶれを抑制できる。すなわち、本発明の樹脂組成物を用いた光学素子は、反りを持ったレンチキュラーレンズと密着させてもレンズ表面の凹凸部分がつぶれない。なお、 $W_e \leq -0.0189E + 34.2$ の領域になると、レンズ面同士の圧縮によるつぶれに対し、復元性が劣る。

【0020】さらに、復元速度を V （単位： $\mu\text{m}/\text{秒}$ ）、最大変形量を DM （単位： μm ）と表した場合に、 $V \geq 0.178DM - 0.852$ の関係を満足する樹脂組成物であることがより好ましく、特に、 $V \geq 0.112DM - 0.236$ であることが好ましい。最大変形量と復元速度との関係が、上記の関係式を満たす樹脂組成物を使用することにより、レンチキュラーレンズとの接触時に発生するレンズ潰れを抑制できる。また、樹脂の変形度と、その変形を回復させる復元スピードとの関係を所定範囲に規定することにより、レンズ振動時の周期的衝撃によるレンズ擦れを低減することができる。

【0021】本発明の態様として、光学素子用樹脂組成物は、復元速度を V （単位： $\mu\text{m}/\text{秒}$ ）、残留変形量を R （単位： μm ）とした場合に、 $V \geq 0.858R - 0.644$ の関係を満足するものであることが好ましい。復元スピードと残留変形量との関係が、上記の関係式を満たす樹脂組成物を用いることにより、レンズ面同士の圧縮潰れを抑制できる。すなわち、反りを持ったレンチキュラーレンズと密着させてもつぶれず、また、レンチキュラーレンズと組合わせた状態で積み重ねて、一旦レンズが変形した場合であっても、荷重を開放した状態（TVに組み込んだ状態）では、レンズ形状が復元しうるフレネルレンズを得ることができる。

【0022】また、クリープ変形率を C （単位：％）、圧縮弾性率を E （単位： Mpa ）と表した場合に、 $(-0.026E + 3) < C < (-0.02E + 63)$ の関係を満足するものであることが好ましい。このような樹脂を用いることにより、プロジェクションスクリーンにおけるレンズ面同士の圧縮つぶれを抑制できる。すなわち、反りを持ったレンチキュラーレンズと密着させてもつぶれない、フレネルレンズを得ることができる。 $C >$

$-0.02E + 63$ の領域、ないし $C < -0.026E + 3$ の領域では、レンズ面同士の圧縮つぶれに対し、適切な耐クリープ性を有したレンズが得られなくなる。

【0023】特に好ましい態様としては、本発明における光学素子用樹脂組成物は、 -20°C における貯蔵弾性率が、 $2.96\times 10^{10}\text{ dyne/cm}^2$ 以下であり、かつ、 -20°C における損失正接が、 0.02 以上である。このような値を有する樹脂では、振動時のエネルギー貯蔵量が少なく、熱エネルギーとして損失する割合が高く、振動を緩和しやすくなり、したがって、当該樹脂を用いたレンズでは、レンズ同士が動的に接触して発生する擦れを回避し易くすることができる。

【0024】本発明の好ましい態様として、損失正接の温度依存性曲線における $-20\sim 50^\circ\text{C}$ の範囲の損失面積が、 20°C 以上であることが好ましく、特に、損失正接の温度依存性曲線における $-20\sim 50^\circ\text{C}$ の範囲の損失面積が、 $20\sim 43.2^\circ\text{C}$ 、特に、 $20\sim 31.7^\circ\text{C}$ が好ましい。このような数値範囲にある樹脂組成物を用いることによって、プロジェクションスクリーン輸送時の様々な周波数の振動に対して、振動エネルギーが熱エネルギーに変換され、基本的な防振特性としては非常に効果がある。また、損失面積大きい樹脂組成物では、分子運動の多重緩和が起こるので、樹脂の復元性が向上し、外圧による樹脂の変形を広範囲の温度領域において低減させることができる。

【0025】また、常温における動摩擦係数が、 $0.07\sim 0.15$ であることが、より好ましい。このような値である樹脂組成物を用いることにより、輸送の際、特に -20°C 付近の低温環境下における、擦り傷の発生を効果的に防止できる。ここで、常温とは 25°C を指すものとする。しかしながら、 20°C においても、動摩擦係数の値には実質的に変化しない。動摩擦係数の値が 0.15 を超えると、 -20°C 付近での輸送の際に発生する擦り傷を有効に防止することができず、一方、 0.07 未満では、滑り性を付与するために、シリコン等の添加量をかなり増やす必要が生じる。また、シリコンの含有量を増やすと、基材との接着性が低下することから好ましくない。

【0026】本発明の別の態様として、上記の光学素子用樹脂組成物を含んでなる光学素子を提供する。

【0027】また、該光学素子は、屈折率が 1.52 以上であることがこのましく、このような光学素子をフレネルレンズシートとして使用できる。

【0028】本発明の別の態様として、上記の光学素子とレンチキュラーレンズとを含んでなる、プロジェクションスクリーンを提供する。

【0029】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の典型的な光学素子であるフレネルレンズシートを用いたプロジェクションスクリーンを示す模式図で、プロジェクションスクリ

ーン1は、フレネルレンズシート2とレンチキュラーレンズシート3とが、各々のレンズ面2cおよび3cと向かい合うように設置され、互いに密着したものである。図1においては、いずれのシート2、3においても、基材2a、3aに、レンズ層2b、3bがそれぞれ積層されたものとして描いてあるが、各レンズシートにおいては、基材とレンズ層がこのように別層ではなく、一体化されたものであってもよい。さらに、図1に示すように、レンチキュラーレンズシート3は、フレネルレンズシート2側とは反対側の面に、小レンチキュラーレンズと突起部およびブラックストライプを有していてもよい。

【0030】光学素子は、図1を参照して説明したレンチキュラーレンズ、フレネル(凸)レンズ以外にも、フレネル凹レンズ、プリズム、もしくは縄の目レンズ等の任意の光学形状を有するものであってもよい。また、一つの光学素子が、その両面に、同種、もしくは異種の光学的形状の光学素子面を有するものであってもよい。

【0031】本発明においては、光学素子全体を構成する、もしくは、光学素子が基材上にレンズ層を有する場合にあっては、そのレンズ層を構成する、光学素子用樹脂組成物であって、以下に説明するような種々のパラメーターにより規定された光学素子用樹脂組成物を提供する。本発明の樹脂組成物からなる光学素子としては、代表的にはフレネルレンズシートであり、このような光学素子、特にフレネルレンズシートは、レンチキュラーレンズシートと組み合わせてプロジェクションスクリーンとすることができる。なお、ここで言う光学素子用樹脂組成物は、直接的には、製品の状態、もしくは測定のためであれば、薄い板状の樹脂板やレンズ層となった状態のものを指す。ただし、製品を製造する前の状態、もしくは測定用の薄い板状状態も含めて、以降に説明するような種々のパラメーターを満たし得る未硬化の組成物をも含むものとする。

【0032】光学素子用樹脂組成物は、電離放射線硬化性のラジカル重合型アクリレート系化合物のオリゴマーおよび/またはモノマーを主体とする電離放射線硬化性物質、カチオン重合型エポキシ系化合物、ビニルエーテル系化合物、もしくはオキセタン系化合物のオリゴマーおよび/またはモノマーからなり、必要に応じて、紫外線重合開始剤、光増感剤等の硬化のための添加剤含んでなることが好ましい。また、上記のラジカル重合系およびカチオン重合系の化合物を混合したものをを用いてもよい。なお、硬化させるための添加剤としては、樹脂組成物が重合を起こす際に分解するので、樹脂硬化後にそれらの分解物が残る。

【0033】それに対して、重合開始剤に代えてマレイミド誘導体を使用すると、高効率で硬化するため、残留物も残りにくく、省エネや環境面でより好ましい。また、得られる製品の性状を改善する目的で、熱可塑性樹

脂を含んでいてもよい。

【0034】さらに、上記ラジカル重合型樹脂は、チオール化合物を含有することが好ましい。チオール=エン反応により、連続成長と連鎖成長重合とが協同して起こるため、硬化物膜内の相の均一性が向上し、また強靱性、柔軟性、硬度などの材料物性や基材との密着性が向上する。

【0035】また、光学素子用樹脂組成物は、通常のシート状もしくは板状の樹脂製品を製造する際に添加され得る様々な添加剤が含まれていても良く、さらに、光学素子の光学性能を改善する目的で、光拡散剤や着色剤等が含まれていてもよい。

【0036】レンチキュラーレンズの反りにより発生する接触圧力は、フレネルレンズに対する圧縮荷重に影響を与えるものであるため、圧縮弾性率を規定することは非常に意義がある。また、圧縮荷重でのクリープ変形率を併せて規定することは、長時間荷重が付加されることによるフレネルレンズのレンズ潰れ現象を低減する手段としては非常に有効である(特願2001-126650号公報参照)。上記の手段は、剛性の高い、高エネルギー弾性を有する材料には好適に用いることができるが、ゴム弾性のようなエントロピー弾性をもつ材料に適用することは困難である。また、ゴム弾性を有する樹脂は、低温での、硬さ、制振性能、および長時間高圧がかかった時の復元性に優れるが、このような樹脂の物性として、クリープ変形率、圧縮弾性率を規定したのみでは不十分である。本発明においては、樹脂組成物が、所定の圧縮弾性率および所定の弾性変形率を有することにより、接触圧力によるレンズ変形の復元性に優れる材料が得られることを見出したものである。さらに、架橋密度によって復元性に顕著に差が出ることを明らかにした。

【0037】すなわち、本発明の樹脂組成物においては、ガラス転移温度の低い材料の使用することにより、レンズ使用温度下において、樹脂をガラス領域からゴム領域にし、弾性変形率(ゴム弾性率)を所定量発現させることである。クリープ変形量を低下させ、ある程度ゴム弾性的復元力を与えるためには、使用材料の樹脂の架橋密度を最適にして、適切な網目構造が均一に分散していることが最も好ましい。

【0038】本発明の光学素子用樹脂組成物を規定するパラメーターとしては、(1)ガラス転移温度、(2)平衡弾性率、(3)弾性変形率、(4)圧縮弾性率、(5)復元速度、(6)最大変形量、(7)残留変形量、必要に応じて、さらに(8)クリープ変形率、(9)貯蔵弾性率、(10)損失正接、および(12)動摩擦係数である。

【0039】上記のうち、(1)、(2)、(9)、および(10)は、動的粘弾性測定の結果から算出でき、また(3)～(8)については、微小硬度計による測定結果から算出できる。これらのパラメーターについて、以下に説明する。

【0040】動的粘弾性測定においては、所定の厚みの光学素子用樹脂組成物からなる樹脂シートを試料として作成する。紫外線硬化性樹脂組成物を用いて、樹脂シート作成する場合は、紫外線照射を行なって樹脂を硬化させる。動的粘弾性測定装置を用いて、温度を変えながら、試料の長軸方向に一定周期で振動を与えつつ、貯蔵弾性率及び損失正接の測定を行なう。貯蔵弾性率と温度との関係から、所定温度における貯蔵弾性率を求め、平衡状態における平衡弾性率を求める。また、損失正接と温度との関係から、所定温度における損失正接を算出する。

【0041】貯蔵弾性率は、材料に与えられた歪みに対し、弾性的にエネルギーを貯蔵する能力に関係し、力学的物性的一种であり、材料(樹脂組成物)の弾性的性質を表わす指標となるものである。また、損失正接は、損失弾性率/貯蔵弾性率から求められる。損失弾性率は、材料(樹脂組成物)の粘性的性質を表わすもので、変形中の材料が熱として散逸するエネルギー量に関係し、振動エネルギーを緩和させる指標となる。損失正接が最大値となる温度以上においては、樹脂の高分子セグメントが緩和しきった状態であり、そのときの貯蔵弾性率成分は、結合部分である架橋点に起因する。したがって、ゴム状弾性領域の貯蔵弾性率である平衡弾性率は、その樹脂の架橋密度と関係する。なお、損失正接の温度依存性曲線における損失正接の最大値に対応する温度が、その材料の相転移を表わすと言われ、おおよそ、ガラス領域からゴム領域への転移を表わすガラス転移温度に相当する。なお、ガラス転移温度は、物質と基準物質との温度を変化させながら、その物質と基準物質に対するエネルギー入力の差を温度の関数(DSC曲線またはDTA曲線)として測定し、その吸熱の挙動から相転移温度を決定するDSC(示差走査熱量測定)測定によっても測定可能である。

【0042】また、広い温度及び周波数の領域に渡って誘電緩和測定を行うことによって、分子鎖の運動としてのミクロブラウン運動、側鎖の回転、末端基の回転など、さらにはホモポリマーの相転移など、高分子物質の構造や性能に関する詳細な情報を得ることができる。したがって、これらの情報を反映させて樹脂設計を行うことができる。すなわち、特許第3318593号公報に記載されている様に、振動エネルギーを熱エネルギー変換することにより振動を吸収するためには、電場による双極子の配向を評価することが重要となり、誘電緩和による力学緩和を考慮すれば容易に樹脂の設計を行うことが可能となる。

【0043】本発明における、光学素子を構成するための樹脂組成物の硬化物は、そのガラス転移温度が、 $5.0^{\circ}\text{C} \sim 36.0^{\circ}\text{C}$ であり、平衡弾性率が $0.859 \times 10^8 \sim 3.06 \times 10^8 \text{ dyne/cm}^2$ である。このような樹脂組成物を用いた光学素子では、そのレンズシ-

ト面に圧力がかかっても、レンズ表面が潰れることなく、良好な品質を確保できる。

【0044】上記ガラス転移温度の範囲であっても、平衡弾性率が $3.06 \times 10^8 \text{ dyne/cm}^2$ を超えると、架橋密度が増加するため、粘性構造を発現する分子鎖の運動が凍結され、樹脂の復元性が低下する。すなわち、分子鎖の架橋密度を上げることにより、樹脂が剛直となり変形しにくくなるが、単に架橋密度を増やすことのみでは、大荷重により一旦樹脂が変形すると、もとの状態に戻りにくくなる。そのため、上記平衡弾性率を超える樹脂では、プリジェクションスクリーンとして2枚のレンズシートを重ね合わせた時に付加される接触圧のみならず、レンズシート梱包輸送時、およびTVにスクリーンをアセンブリする際の、シート積載による高圧力に耐えられない。

【0045】また、本発明の樹脂硬化物は、ガラス領域からゴム領域への転移を表わすガラス転移温度が、常温(25°C)付近であるため、通常取り扱う環境温度において、該樹脂硬化物の柔軟性が高い。このようなガラス転移温度と上記平衡弾性率とを有する樹脂組成物を用いることにより、樹脂成型物の柔軟性を保持しつつ、従来から使用されている光学素子用樹脂と比べて、かなり高い弾性率とすることができる。このような樹脂組成物組成物を得るためには、(i)単官能、二官能、三官能、それ以上の多官能モノマーの配合比を調整したり、(ii)エチレンオキシドで変性されたモノマー、プロピレンオキシドで変性されたモノマー、ジエチレングリコールジアクリレートやポリエチレングリコールジアクリレート等のグリコール系モノマー、および、1,4-ブタンジオールジアクリレートや1,6-ヘキサジオールジアクリレート等のジオール系モノマー等の特性に寄与する構造を備えた各官能基を有するモノマーを選定し、それらモノマーの配合比率及びそれらの分子量を調整したり、もしくは、(iii)エポキシ(メタ)アクリレートオリゴマーやウレタン(メタ)アクリレートオリゴマーの配合比、ないし分子量を調整することにより、架橋密度を最適化し、樹脂の分子構造における網目構造を均一に分散させればよい。なお、ラジカル重合による場合は、その高い反応速度による未反応二重結合の残留を避けるため、網目構造の均一分散の観点からは5ないし6官能以上のモノマーを使用する際は注意を要することは言うまでもない。

【0046】さらに、網目構造を均一にするために、架橋点間の分子鎖長にも考慮する必要がある。すなわち、ウレタンオリゴマー中のポリエーテル鎖やポリエステル鎖の繰り返し、モノマー中のエチレンオキシド鎖やプロピレンオキシド鎖等の繰り返しの調整、ならびに、それらの分子量分布や配合率にも注意を払う必要がある。

【0047】ゴム状物質は、一般的に長鎖分子からな

り、これらが相互に弱いvan der Waals力(二次結合力)により結合し、また所々に長鎖分子間に原子価結合からできた橋渡し(架橋)が形成された構造を有する。ゴムの鎖状分子の各部分はゴム特有の隙間(空間)があり、その隙間に長鎖分子が移動することにより、分子運動が起こるが、分子鎖は架橋点で固定されているため、マクロブラウン運動による分子鎖全体の自由変形は制限される。一方、架橋点がないと、ガラス転移温度以上の温度領域においては、分子鎖のマクロブラウン運動により弾性が失われる。しかしながら、架橋点が多く存在し、鎖同士の結合力が強すぎると、鎖状分子各部分の比較的小範囲における不規則な運動(ミクロブラウン運動)も抑制されてしまうため、ゴム弾性が発現しない。すなわち、ミクロブラウン運動を助長する一方で、マクロブラウン運動を抑制することが、ゴム弾性を発現させるために重要となる。また、マクロブラウン運動を抑制するためには架橋密度を調整する必要があるが、その架橋点の分布が均一であることも重要である。一方、ミクロブラウン運動を助長するためには、ガラス転移温度を調整する必要がある。プロジェクションスクリーンが通常使用される温度領域を考慮して材料設計することで、スクリーンの潰れが発生し難い、高反発性、高屈折率の硬化型樹脂を得ることができる。すなわち、本発明においては、上記の分子論的考察により、架橋密度とガラス転移温度の観点から材料設計を行うことで、プロジェクションスクリーンの使用に好適な柔軟性(ゴム弾性)を有する光学素子用樹脂組成物を提供するものである。

【0048】本発明の樹脂組成物においては、弾性変形率を We (%)、圧縮弾性率を E (Mpa)と表した場合に、 $We > -0.0189E + 34.2$ の関係を満足するものである。

【0049】また、本発明の樹脂組成物においては、クリープ変形率を C (%)、圧縮弾性率を E (Mpa)、と表した場合に、 $(-0.026E + 3) < C < (-0.02E + 63)$ の関係を満足するものである。

【0050】これら、弾性変形率(弾性仕事の量)、圧縮弾性率及びクリープ変形率について説明する。これらの材料物性パラメーターは、微小硬度計を用いたユニバーサル硬さ試験を応用して算出できる。すなわち、圧子による荷重を所定の値になるまで徐々に増加させ、その後、徐々に減少させて、侵入深さの荷重依存性曲線を求め、得られた曲線を解析して算出する。

【0051】光学素子用樹脂組成物は、常温においては、樹脂成型物全体として、柔軟性および復元性が必要であり、樹脂成型物の一部分(レンズの一部分)では圧力による変形を緩和しきれない。つまり、プロジェクションスクリーンにおいては、フレネルレンズとレンチキュラーレンズとは部分的に接触しており、その接点で全体が支えられている。一般に、変形したものがもとに戻るという観点からは、樹脂成型物全体が柔軟性および復元

性を有するために、全硬化物中に力学的変形を緩和できる構造を有する必要がある。かつ、その塑性成分が外力の影響を受けないように、マトリックス中に該構造が存在していなければならない。したがって、柔軟性と復元性の指標となる別の何らかの指標が必要となるが、本発明においては、弾性仕事量のパラメーターである弾性変形率を、柔軟性および復元性のパラメーターとして用いる。

【0052】弾性変形率等の材料物性値の評価は、ユニバーサル硬さ試験によって行うことができる。すなわち、ユニバーサル硬さを求める測定方法を応用し、圧子を試料面に押し込み、荷重をかけた状態で、くぼみの押し込み深さを直読する。具体的には、圧子での押し込み深さを1点だけ測定するのではなく、設定した荷重まで徐々に荷重を増加又は減少させることによって、樹脂膜の様々な物性を求めることができる。(ユニバーサル硬さ試験による材料特性値の評価(材料試験技術V o 1. 43 No. 2 1998年4月)参照)。

【0053】また、本発明においては、弾性変形率と弾性率との関係が所定範囲にある樹脂組成物を使用することにより、接触圧力によるレンズ潰れが低減されるものである。

【0054】また、本発明においては、樹脂組成物の復元速度と最大変形量とが所定の関係にあることが重要である。

【0055】弾性変形率を用いて、復元性を評価することはできるが、弾性変形率では、実際の変形量に依存した絶対評価にはならない。一方、ある変形量からどの程度の復元性能を有しているのかを、最大変形量と復元速度とで評価する事は非常に重要である。すなわち、弾性率が小さいと変形が大きいのに復元速度が高ければ弾性仕事の割合は大きく復元性が高いと言え、一方、弾性率が大きいと変形が小さくエネルギーが蓄えられる分、弾性仕事の割合は高くなるが、復元速度が遅ければ復元性は低いこととなる。したがって、弾性変形率を評価するに加えて最大変形量、復元速度を指標に入れ絶対的評価をする必要がある。このように、最大変形量を評価することにより、レンズがどの程度変形すれば光学欠陥になるのか、または、変形があっても復元性をどの程度有すれば光学欠陥が確認されずに済むのかを、明確に評価できる。

【0056】プロジェクションスクリーン用途として最も高い復元性が要求されるのは、製造工程中にレンズを横積載するような、レンズに高荷重が負荷されるような場合である。高荷重によって変形したレンズが、荷重を開放された後、どの程度その変形を回復できるのかを設計時に見積もる必要がある。そのような見積もりは、 $V \geq 0.112DM - 0.236$ の関係から導くことができる。

【0057】レンチキュラーレンズとフレネルレンズと

をセットしたプロジェクションスクリーンにおいては、室温付近の温度では、レンズ潰れがある場合でも、時間が経過するとともにレンズ潰れが解消する。この理由として、反りのついたレンチキュラーレンズを無理やり平面状のフレネルレンズに押し付けると、最初はレンズの反りにより圧力が負荷されるが、時間が経過するとともに、レンチキュラーレンズがクリープによりフレネルレンズ平面になじみ、接触圧が低減されることによるためと考えられる。また、レンチキュラーレンズが薄厚のため、レンズセット時の歪等により偏った接触圧力が負荷されることがあり、このような偏った接触圧力が、環境温度や湿度、ないし時間により接触圧が均一となり、局所的な圧力が開放されて樹脂が復元することも関係していると考えられる。

【0058】レンズが潰れた状態で振動が加わると、レンズ同士が擦れたり、衝突するため摩擦力（静摩擦力）が大きくなり、レンズ擦れが発生し易くなる。したがって、レンズ接触部で変形が起これば直ぐに形状が復元された方が、摩擦力も低減されレンズ擦れは低減されと考えられる。本発明においては、復元速度と最大変形量とが所定の関係にある樹脂組成物を用いて光学素子を作製することにより、レンズの潰れのみならず、レンズ擦れが有効に防止できることを見いだしたものである。

【0059】また、復元速度と残留変形量とが所定の関係にある樹脂組成物を用いることにより、レンズ変形による光学欠陥を抑制することができる。すなわち、塑性変形量を制御することにより、あらゆる荷重に対するレンズの形状の欠陥回避が可能となる。また、永久ひずみが樹脂組成物にある程度残存した場合であっても復元速度がある程度維持されれば、レンズ潰れが回避され光学欠陥が抑制されるものと考えられる。

【0060】さらに、フレネルレンズを成形金型から剥離する場合、剥がす方向によっては、金型とレンズの凹凸部分の位置関係から、レンズにせん断力が働く場合がある。かかる場合、金型とレンズとの界面で摩擦力が大きく、負荷によりレンズ変形が生じることもある。このように、剥離したレンズが一部で歪み、光学欠陥を生ずることがある。この光学欠陥を低減するためには、外部ないし内部離型剤等を用いて剥離時の摩擦力を低減させる方法がある。しかしながら、離型剤を用いるだけでは、種々の光学素子形状に対応することが難しい。したがって、樹脂の復元性が優れ、永久歪がない樹脂を用いることが必要となる。すなわち、本発明においては、 $V \geq 0.858R - 0.644$ の関係を満たす樹脂組成物を使用することにより上記問題を解決するものである。

【0061】なお、残留変形量が多い場合は、外力が粘性構造に影響を与えるため、一般には復元速度（復元性能）が低いと予想でき、事実、残留変形量がある程度小さい場合は復元速度も大きな値を持つ。したがって、そのような復元速度（復元性能）が大きい樹脂を用いる

ことで、レンズの変形を抑制することが可能となる。最大変形量が所定量であり、ある程度の復元速度を有していても、残留変形（永久変形）が比較的大きい場合もある。すなわち、どの程度変形し、どの程度復元性を有し、どの程度変形が残るか、という三つのパラメーターを確認することが重要である。レンチキュラーレンズの反りによる接触圧は、当該レンズのクリープにより経時的に低減されるものの、圧力が負荷された状態でのフレネルレンズ樹脂の、その圧力に対して押し戻そうとする復元力が変形を低減させるために重要となるため、それを表す復元速度、残留変形量を議論することが必要となる。

【0062】さらに、プロジェクションスクリーンTV製造時（組み立て工程時）においては、大面積のスクリーンを重ねて積んで行く積載工程があり、レンズがこのような高荷重を負う横積載から、荷重開放されたときの復元性や永久変形率を考慮することにもなる。

【0063】また、プロジェクションスクリーンTV等を量産するに際しては、レンチキュラーレンズとフレネルレンズとが組み合わせられた状態で搬送にも積み重ねられた状態で保管されている。フレネルレンズおよびレンチキュラーレンズの材質の関係によっては、両レンズシートの変形を考慮する必要がある。例えば、フレネルレンズとして硬化性樹脂を用い、レンチキュラーレンズとして熱可塑性樹脂を用いた場合には、フレネルレンズの変形を考慮して、所定の機械特性を有する樹脂組成物を使用する必要がある。したがって、フレネルレンズに本発明の樹脂組成物を用いた場合においては、残留変形量は小さい程好ましいといえる。しかしながら、本発明においては、残留変形量がある程度大きい値を有する樹脂であっても、復元速度が所定範囲内であればレンズの潰れを抑制する効果があることを見いだしたものである。

【0064】また、本発明の光学素子用樹脂組成物は、動的粘弾性の -20°C における貯蔵弾性率が $2.96 \times 10^{10} \text{ dyne/cm}^2$ 以下であり、 -20°C における損失正接が 0.02 以上であることが好ましい。樹脂組成物の硬化物からなる光学素子の屈折率を上げるため、分子鎖にベンゼン環を導入すると、該樹脂組成物は硬くて脆くなるが、常温で硬くても、低温において弾性率が低ければ、ある程度の光学素子面どうしの擦れによる傷を回避できる。さらに、動的粘弾性の損失正接を所定の範囲に規定し、低温での貯蔵弾性率を低く、かつ樹脂組成物に滑り性を付与すれば、低温（ 0°C ）、あるいは極低温（ -20°C ）においても、光学素子面どうしの擦れに対する耐性をもたせることができる。

【0065】フレネル金型を用いてフレネルレンズシートを成形する際に、硬い樹脂を使用すると、旋盤により加工された金型の平面性が良好な場合は、成形品の擦れによる傷は発生し難いが、その金型の平面性が良くない場合には、擦れによる傷が発生し易くなる。本発明にお

ける樹脂組成物では、動的粘弾性の損失正接の値が0.02以上と大きく貯蔵弾性率が小さいため、金型の平面性が悪く突起部分があっても、その部分の衝撃や振動のエネルギーを分散して、振動を制御できるため、成形品に傷が付きにくい。これは、損失正接の値が大きい程、振動系の共振点での振動伝達率が低減され易いことによるものと考えられる。

【0066】貯蔵弾性率に関連のあるパラメーターとして、損失弾性率がある。低温において、この損失弾性率の値を大きくする(低温における損失正接を大きくすることにより、材料が振動を熱として散逸する能力を大きくでき、低温での光学素子どうしの擦り傷の発生を減らすことができる。また、貯蔵弾性率の値を小さくすることにより、低温での光学素子どうしの擦り傷の発生を減らすことも可能である。

【0067】また、損失弾性率の値が大きな樹脂を用いて光学素子を形成した場合、材料のバルク内構造の粘性が増加するため、静的な外力が及んだときに塑性変形を誘発し、レンズ面等の光学素子面のつぶれが生じやすくなる。すなわち、本発明においては、貯蔵弾性率の値が小さい樹脂組成物を用いることにより、かかる問題を解消している。

【0068】さらに、本発明では、樹脂組成物の損失正接の損失面積(Loss Area)が所定の値の範囲であれば、広い周波数域において振動エネルギーを熱エネルギーに変換できるため、レンズ同士の動的接触によるレンズ擦れを低減することができる。また、本発明においては、プロジェクションスクリーンは輸送時の振動により10Hz程度の低周波域から100Hz程度の比較的高い周波数域まで、広範囲の周波数帯域で振動が発生しているため、広範囲な周波数領域で良好なエネルギー損失効果を発揮させるためには、損失面積が大きい方が好ましいことを見いだしたものである。

【0069】なお、損失正接の温度依存性曲線におけるピーク幅、すなわち温度分散幅は、分子運動の緩和を表し、該幅が広ければ広い程、緩和が多重に重なっていることを意味し、また、復元性を有する構造に起因した粘性が発現することを表している。すなわち、架橋密度を十分考慮に入れて、広い温度領域において樹脂に靱性を付与することにより、プロジェクションスクリーンに、広い温度領域において外力に抗張するための復元力を付与し、レンズの塑性変形を低減させるものである。さらに、復元速度が大きいことにより、大荷重が開放されるようなレンズの潰れに対しても効果を奏する。

【0070】一方、損失面積が大きいと粘性の寄与が大きくなるため、塑性変形が増す。このようにレンズ諸特性に関して総合的な調整をした結果として、塑性変形を抑えるために架橋密度を上げたり(復元を付与される)、屈折率向上のための剛直鎖を導入することにより、緩和が抑制されることになる。すなわち、このような緩和抑

制により、損失正接の上限値が決定される。

【0071】上記に説明したように、本発明においては、所定温度における損失正接の値が一定値以上にあると、耐擦れ性が改善されることを見いだした。すなわち、広範囲の温度領域かつ広範囲の振動周波数においても、耐擦れ性を保持するためには、-20~50℃の範囲での損失面積が20℃以上が必要であり、好ましくは、20~43.2℃、特に、20~31.7℃であることが好ましい。なお、損失面積とは、損失正接の温度依存性曲線における、損失正接ピークの面積であり、該曲線を所定温度範囲について積分することにより算出することができる。

【0072】上記の樹脂組成物を用いて得られる光学素子は、その屈折率が、1.52以上であることが好ましい。前述のごとく、光学素子の要求特性の一つに屈折率が挙げられるが、屈折率を高くするためには、樹脂組成物を構成する化合物にベンゼン環を導入する必要があるが、屈折率の向上と樹脂の柔軟性とはトレードオフの関係にある。本発明における樹脂組成物を用いて得られる光学樹脂は、その屈折率が、1.52以上を有するものである。このような屈折率を有する光学用樹脂組成物としては、具体的には、ビスフェノールA等のベンゼン環を二つ有する構造を有する化合物に、靱性を付与するためのエチレンオキシド(EO)変性したジアクリレートモノマーを所定量配合することにより、また、屈折率のみの観点からは、フェノキシエチルアクリレート、フェノキシエチルEO変性アクリレート、2-ヒドロキシ-3-フェノキシプロピルアクリレート、バラクミルフェノールEO変性アクリレート、バラクミルフェノキシエチレングリコールアクリレート、ビスフェノールA型エポキシアクリレート等、を所定量配合することにより、架橋密度、靱性、屈折率を調整することができる。

【0073】さらに、本発明の樹脂組成物に上記の化合物とともに使用するウレタンアクリレートとしては、トルエンジイソシアネート(TDI)、ヘキサメチレンジイソシアネート(HMDI)、メチレンジイソシアネート(MDI)、イソホロンジイソシアネート(IPDI)等のイソシアネート化合物に、フタル酸、アジピン酸、グルタル酸、またはカプロラクトン等の多塩基酸、ならびに、エチレングリコール、ビスフェノールA、ジエチレングリコール、トリエチレングリコール、ネオペンチルグリコール、1,4-ブタンジオール、3-メチル-1,5-ペンタンジオール等の多価アルコールと、水酸基含有(メタ)アクリレートとを反応させることによって製造されるポリエステル型ウレタンアクリレート、および、イソシアネートに、ポリエチレングリコール、ポリプロピレングリコール、およびポリテトラメチレングリコール等のポリエーテルポリオール、ならびにポリエーテルグリコールと水酸基含有(メタ)アクリレートとを反応させることによって製造されるポリエーテル型

ウレタンアクリレートを使用する事ができる。なお、屈折率を1.52~1.55、または、それ以上にするには、用いる化合物のベンゼン環の含有量を増す必要があるが、ベンゼン環の含有量が増えると樹脂組成物の柔軟性が失われるため、上記の化合物にはエチレンオキサイド等の粘性構造を有する化合物を導入することが必要となる。

【0074】本発明の光学素子用樹脂組成物は、常温における動摩擦係数が0.07~0.15であることがより好ましい。このような値を有する樹脂組成物を用いることにより、輸送の際、特に-20℃付近の低温環境下における、擦り傷の発生を効果的に防止できる。ここで、常温とは25℃を指すものとするが、-20℃であっても、動摩擦係数の値には実質的に影響を与えない。動摩擦係数の値が0.15を超えると、-20℃付近での輸送の際に発生する擦り傷を有効に防止することができず、一方、0.07未満では、滑り性を付与するために、シリコン等の添加量をかなり増やす必要が生じる。滑り剤の添加量が増えると、様々な温度環境で使用される際、特に高温環境で使用される際に、滑り剤が外部にブリードアウト(にじみ出る)しやすくなり、また、光学素子の光学性能およびレンズと基材との密着性が低下する。

【0075】動摩擦係数の値を0.07~0.15とするためには、樹脂組成物に滑り剤(またはスリップ剤)を配合することが好ましい。滑り剤としては、樹脂組成物に対し光学的阻害がないもの、例えば透過率の低下や、高温環境試験における滑り剤のブリードアウト等を生じないもの、また、成形時には表面へのマイグレーションが起こるが、硬化後はブリードアウトが起き難いもの、が好ましく、さらに、樹脂組成物の屈折率とできるだけ近い値を有するもの、または、粒子状の滑り剤(シリカ)等を用いる場合は粒径が光の波長以下であるもの、が好ましい。

【0076】また、添加剤自体の粘度が低く、基材側に付着した場合にレベリングし易いもの、ないし基材の屈折率と近いものが好ましい。さらに、基材との密着性を損なわないものであることが好ましい。

【0077】このような滑り剤としては、シリコン、シリコンポリマー、好ましくは変性シリコン、より好ましくはポリエーテル変性ポリジメチルシロキサン添加剤が好ましい。このような添加剤を含有することにより、当該樹脂組成物を硬化させてレンズシートを形成した場合に、レンズシート同士の擦れによるレンズ表面の傷の発生を低減させることができる。

【0078】樹脂組成物全体に対する上記添加剤の含有量は、0.01~10重量%が好ましい。0.01重量%未満の場合、所定の滑り性が得られず、一方、10重量%を越えると、樹脂組成物の材料物性が損なわれる。

【0079】上記のシリコン、シリコンポリマーと

して、具体的には、ビッグケミージャパン(株)製のBYK-307、BYK-333、BYK-332、BYK-331、BYK-345、BYK-348、BYK-370、BYK-UV3510、信越化学工業(株)製のX-22-2404、KF-62-7192、KF-615A、KF-618、KF-353、KF-353A、KF-96、KF-54、KF-56、KF-410、KF-412、HIVACF-4、HIVACF-5、KF-945A、KF-354、およびKF-353、東レ・ダウコーニング・ジャパン(株)製SH-28PA、SH-29PA、SH-190、SH-510、SH-550、SH-8410、SH-8421、SYLGARD309、BY16-152、BY16-152B、およびBY16-152C、日本ユニカー(株)製FZ-2105、FZ-2165、FZ-2163、L-77、L-7001、L-7002、L-7604、およびL-7607、エフカ・アディティブス製のEFKA-S018、EFKA-3033、EFKA-83、EFKA-3232、EFKA-3236、およびEFKA-3239、ならびに共栄社化学(株)製のグラノール410等が挙げられる。

【0080】また、樹脂硬化後の環境変化により、経時的にシリコン成分がブリードアウトするのを防ぐため、補助的にシリコンアクリレート、もしくはシリコンメタクリレート等の反応性シリコンを併用することもできる。該反応性シリコンの具体的なものとして、ビッグケミージャパン(株)製のBYK-UV3500、およびBYK-UV3530、日本コニカ(株)製ペンタッドUV-31、ならびに信越化学工業(株)製のX-24-8201、X-22-174DX、X-22-2426、X-22-2404、X-22-164A、X-22-164B、およびX-22-164C、等が挙げられる。

【0081】また、シリカ粒子の市販品としては、例えばサンスフェアNP-100、NP-200(洞海化学工業)、シルスターMK-08、MK-15(日本化学工業)、FB-48(電気化学工業)、Nipsil E220A(日本シリカ工業)等が挙げられる。

【0082】

【実施例】以下に、各樹脂組成物を用いて、試料を作成し、上記に説明した種々のパラメーターを測定した結果、および、フレネルレンズシートとしたものの実用的な評価を行なった結果を、表1~表5に示す。パラメーターとしては、屈折率、ガラス転移温度、平衡弾性率、弾性変形率、圧縮弾性率、最大変形量、残留変形量、復元速度、クリープ変形率、-20℃における貯蔵弾性率、各温度における損失正接、損失面積および動摩擦係数である。

【0083】また、評価結果として、TVセット潰れ試験、荷重積載試験、および各温度における振動試験の結

果を表1～表5に示す。なお、温度の定めのない項目については、温度25℃における測定結果を示すものである。

【0084】評価結果の樹脂組成物A1～A22は、本発明の光学素子用樹脂組成物の実施例に相当するもの

で、また樹脂B1～B27は、本発明の光学素子用樹脂組成物の比較例に相当するものである。

【0085】

【表1】

	樹脂A1	樹脂A2	樹脂A3	樹脂A4	樹脂A5	樹脂A6	樹脂A7	樹脂A8	樹脂A9	樹脂A10
屈折率 (D線)	1.551	1.551	1.552	1.553	1.552	1.551	1.551	1.551	1.549	1.549
圧縮率 (%)	95.29	136.3	118.8	148.7	112.9	625.1	489.1	1171.3	842.6	603.4
弾性変形率 (%)	45.869	47.72	44.85	31.35	45.43	22.43	19.18	18.85	34.3	35.86
架橋密度 (dynes/cm ²) (1Hz: 50℃)	1.01E+8	1.15E+8	1.18E+8	0.97E+8	1.58E+8	1.91E+8	1.07E+8	1.29E+8	1.77E+8	1.44E+8
γ ⁺ 移動速度 (μm)	23.6	18.6	22.9	23.7	22.2	29.8	34.5	30.6	27.1	23.9
γ ⁺ 変形率 (%)	8.559	10.92	14.43	24.88	16.75	36.91	62.99	49.37	26.59	17.90
最大変形量 (μm)	7.94	6.71	7.543	9.13	7.505	4.23	6.04	3.39	3.83	2.85
復元速度 (μm/sec)	1.13	0.921	1.01	0.788	1.07	0.208	0.223	0.0983	0.193	0.274
残留変形量 (μm)	0.523	0.721	0.889	1.653	0.477	1.058	2.256	1.011	0.975	0.429
Tan δ (10Hz)										
25℃	1.1139	1.0447	1.06457	0.88876	1.0217	0.5052	0.2631	0.4398	0.413	0.652
0℃	0.0556	0.0412	0.04374	0.0402	0.0386	0.0671	0.0647	0.0625	0.0938	0.125
-20℃	0.0183	0.0113	0.01374	0.01385	0.0139	0.0236	0.0552	0.0245	0.0275	0.0321
LA(loss area)	31.7	22.7	29.4	29.5	24.6	27.84	29.02	28.41	26.05	27.74
貯蔵率 (%) (average) (10Hz: -20℃)	4.21E+10	2.05E+10	4.51E+10	3.26E+10	2.86E+10	2.58E+10	2.52E+10	2.60E+10	2.66E+10	2.44E+10
動率係数	0.08	0.14	0.14	0.13	0.09	0.10	0.09	0.11	0.16	0.11
TV ₂ +清れ試験	○	○	○	△	○	△	△	△	○	○
荷重試験 (20g/cm ²)	○	○	○	△	○	×	×	×	△	△
振動試験 (25℃(10cycle) 0℃(5cycle) -20℃(3cycle))	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

【表2】

	樹脂A11	樹脂A12	樹脂A13	樹脂A14	樹脂A15	樹脂A16	樹脂A17	樹脂A18	樹脂A19	樹脂A20	樹脂A21	樹脂A22
屈折率 (D線)	1.551	1.548	1.549	1.551	1.551	1.549	1.550	1.551	1.550	1.550	1.550	1.520
圧縮弾性率 (Mpa)	535.0	127.40	164.24	200.4	187.86	226.7	317.62	497.96	123.96	212.97	133.2	290.79
弾性変形率 (%)	33.89	60.56	52.244	47.259	46.08	50.52	44.957	24.92	54.925	61.004	33.984	61.037
架橋密度 (dynes/cm ²) (1Hz : 80°C)	1.43E+8	1.47E+8	1.56E+8	1.59E+8	1.67E+8	1.58E+8	2.33E+8	0.869E+8	1.37E+8	2.32E+8	2.02E+7	8.09E+8
γ放射線移動度 (T _p)	27.0	18.0	21.2	23.7	23.6	26.9	26.9	35.0	17.0	5.0	97.5	5.5
γ-γ変形率 (%)	25.44	10.216	13.146	15.771	19.932	18.94	26.742	45.198	15.56	14.71	26.31	15.89
最大変形量 (μm)	3.31	5.69	4.85	5.012	5.420	4.467	3.905	4.627	6.159	3.963	10.1	3.30
復元速度 (μm/sec)	0.29	1.02	0.94	0.634	0.891	0.579	0.435	0.176	0.904	0.846	1.28	0.523
残留変形量 (μm)	0.518	0.245	0.272	0.480	0.501	0.419	0.4978	1.984	0.471	0.278	1.35	0.199
Tan δ (10Hz) 25°C	0.591	0.616	0.616	0.542	0.501	0.487	0.372	0.352	0.538	0.274	0.408	0.249
0°C	0.118	0.172	0.159	0.153	0.156	0.1331	0.119	0.078	0.135	0.273	0.065	0.281
-20°C	0.026	0.0393	0.0367	0.041	0.0379	0.0403	0.0344	0.025	0.025	0.155	0.0488	0.1411
LA(loss area)	27.68	25.97	26.40	28.06	25.13	25.87	23.01	23.34	25.33	21.96	29.02	20.13
貯蔵率性率 (dynes/cm ²) (10Hz : -20°C)	2.58E+10	2.08E+10	2.32E+10	1.41E+10	9.12E+9	9.76E+9	2.97E+10	2.24E+10	1.37E+10	2.50E+10	1.57E+10	1.78E+10
動摩擦係数	0.08	0.10	0.10	0.10	0.18	0.19	0.15	0.07	0.08	0.09	0.15	0.10
TV ₂ 付没れ試験	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	△	○
荷重試験試験 (20g/cm ²)	△	○	○	○	○	○	○	x	○	○	○	○
振動試験 25°C(10cycle) 0°C(5cycle) -20°C(3cycle)	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ △ x	○ △ x	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○	○ ○ ○

【表3】

	樹脂B1	樹脂B2	樹脂B3	樹脂B4	樹脂B5	樹脂B6	樹脂B7	樹脂B8	樹脂B9
屈折率 (D線)	1.552	1.551	1.553	1.551	1.549	1.549	1.552	1.551	1.550
圧縮弾性率 (Mpa)	376.6	95.44	188.7	323.3	144.0	172.5	411.85	548.75	210.5
弾性変形率 (%)	15.47	21.39	21.77	26.05	40.72	34.68	26.895	33.035	23.58
架橋密度 (dyne/cm ²) (1Hz: 80℃)	0.546E+8	0.346E+8	0.32E+8	0.598E+8	0.516E+8	0.592E+8	3.39E+7	9.72E+7	8.18E+7
ガラス転移温度 (T _g)	29.2	25.6	23.8	23.8	18.9	18.5	40.9	49.4	34.6
α-β変形率 (%)	40.3	32.43	28.54	22.3	10.15	13.27	31.531	37.216	58.421
最大変形量 (μm)	8.016	15.72	21.82	5.79	6.73	6.99	6.81	5.19	9.069
復元速度 (μm/sec)	0.256	0.955	1.42	0.411	0.793	0.701	0.412	0.220	0.541
残留変形量 (μm)	2.077	1.346	2.204	0.780	0.385	0.598	3.452	3.000	1.371
Tan δ (10Hz)									
25℃	0.63	0.96	1.144	1.1845	1.2441	1.5321	0.2206	0.2040	0.6331
0℃	0.0634	0.043	0.0443	0.0532	0.1415	0.0861	0.089	0.1036	0.1026
-20℃	0.0242	0.0185	0.0185	0.0225	0.0348	0.0237	0.0592	0.0792	0.0312
LA(loss area)	34.65	37.51	37.94	33.59	33.92	33.04	27.00	28.77	28.71
貯蔵弾性率 (dyne/cm ²) (10Hz: -20℃)	2.89E+10	2.87E+10	2.98E+10	2.96E+10	2.60E+10	1.49E+10	8.02E+9	2.02E+10	3.19E+10
動摩擦係数	0.12	0.12	0.11	0.07	0.11	0.11	0.15	0.14	0.14
TV ₁ トゲれ試験	×	×	×	×	×	×	×	×	△-
荷重積算試験 (20g/cm ²)	×	×	×	×	×	×	×	×	×
振動試験									
25℃(10cycle)	△	△	△	△	○	○	△	△	○
0℃(5cycle)	△	△	△	○	○	△	○	△	△
-20℃(3cycle)	×	×	×	○	△	×	○	△	×

【表4】

	樹脂B10	樹脂B11	樹脂B12	樹脂B13	樹脂B14	樹脂B15	樹脂B16	樹脂B17	樹脂B18
屈折率 (D線)	1.551	1.551	1.551	1.551	1.551	1.551	1.551	1.551	1.551
正縮弾性率 (Mpa)	1167.5	995.66	1167.5	984.37	221.73	265.3	1160.2	92.4	135.5
弾性変形率 (%)	11.79	14.78	11.79	14.626	22.45	19.04	22.79	28.17	28.02
架橋密度 (dyne/cm ²) (1Hz: 80℃)	6.71E+7	5.59E+7	4.33E+7	1.23E+7	6E+7	7.87E+7	4.63E+7	2.78E+7	6.57E+7
ガラス転移温度 (T _g)	98.3	35.5	31.6	34.8	29.4	31.5	34.7	25.3	24.7
グーテン変形率 (%)	73.501	51.414	73.501	51.819	30.33	47.15	32.07	19.05	19.59
最大変形量 (μm)	10.62	5.51	6.77	8.77	8.27	8.87	2.64	11.71	9.12
復元速度 (μm/sec)	0.201	0.103	0.203	0.232	0.506	0.401	0.102	0.963	0.73
残留変形量 (μm)	6.298	3.08	2.22	4.27	1.269	1.769	1.203	1.256	1.051
Tan δ (10Hz)									
25℃	0.3649	0.8372	0.4337	0.308	0.7416	0.4503	0.3757	0.9420	1.0456
0℃	0.0386	0.1118	0.0849	0.088	0.071	0.0505	0.074	0.0536	0.0609
-20℃	0.0220	0.1082	0.0673	0.0611	0.0577	0.0214	0.0412	0.0178	0.0228
LA(loss area)	32.13	36.46	41.51	43.16	33.23	30.02	31.56	35.47	33.10
貯蔵弾性率 (dyne/cm ²) (10Hz: -20℃)	2.76E+10	1.51E+10	1.61E+10	1.62E+10	2.65E+10	3.47E+10	1.64E+10	2.46E+10	3.60E+10
動摩擦係数	0.19	0.22	0.13	0.14	0.14	0.15	0.12	0.12	0.15
TV ₁ 液れ試験	×	×	×	×	×	×	×	×	×
荷重積載試験 (20g/cm ²)	×	×	×	×	×	×	×	×	×
振動試験									
25℃(10cycle)	△	×	×	△	△	△	○	△	○
0℃(5cycle)	△	×	△	△	△	△	△	△	×
-20℃(3cycle)	△	×	△	△	△	×	△	×	×

【表5】

	樹脂 B19	樹脂 B20	樹脂 B21	樹脂 B22	樹脂 B23	樹脂 B24	樹脂 B25	樹脂 B26	樹脂 B27
屈折率 (D 線)	1.551	1.551	1.551	1.551	1.551	1.551	1.551	1.551	1.551
圧縮弾性率 (Mpa)	95.54	87.78	121.12	170.68	192.13	254.1	111.46	167.65	132.85
弾性変形率 (%)	35.34	34.67	25.90	25.07	26.73	22.88	28.17	22.50	32.13
架 橋 密 度 (dyne/cm ²) (1Hz : 80℃)	3.70E+7	3.56E+7	5.98E+7	4.62E+7	2.69E+7	3.51E+7	3.79E+7	6.47E+7	6.77E+7
ガラス転移温度 (T _g)	24.8	25.6	28.5	25.3	25.2	29.2	26.6	25.9	25.7
リ-ブ 変形率 (%)	14.06	17.12	27.40	25.62	20.73	27.80	20.78	29.29	18.51
最大変形量 (μm)	6.37	10.35	10.54	8.768	7.647	7.209	10.587	9.788	8.444
復元速度 (μm/sec)	0.473	1.03	0.733	0.603	0.595	0.438	0.789	0.600	0.766
残留変形量 (μm)	1.017	0.759	1.376	1.319	0.938	1.225	1.017	1.556	0.822
Tan δ (10Hz)									
25℃	0.8175	0.8491	0.7173	0.7511	0.8156	0.6458	0.984	0.786	0.8511
0℃	0.0958	0.1167	0.1314	0.0932	0.1063	0.049	0.0899	0.085	0.1154
-20℃	0.0268	0.0400	0.1021	0.0309	0.0347	0.0205	0.0277	0.0316	0.0340
LA(loss area)	31.57	34.00	31.98	33.29	32.54	33.28	33.73	32.26	32.33
貯蔵弾性率 (dyne/cm ²) (10Hz : -20℃)	1.57E+10	3.50E+10	1.88E+10	2.36E+10	1.37E+10	3.38E+10	3.32E+10	3.89E+10	3.74E+10
動摩擦係数	0.14	0.18	0.20	0.18	0.15	0.14	0.15	0.14	0.14
TVtyt潰れ試験	△	△	×	×	×	×	×	×	×
荷重積載試験 (20g/cm ²)	×	×	×	×	×	×	×	×	×
振動試験									
25℃(10cycle)	○	○	×	△	△	△	△	△	△
0℃(5cycle)	○	△	×	×	△	×	×	×	×
-20℃(3cycle)	○	×	×	×	○	×	×	×	×

上記の各評価および測定結果は、以下の方法による。

【0086】動的粘弾性測定用試料の調整

貯蔵弾性率、損失正接、および平衡弾性率の動的粘弾性の測定用の試料の作製は、以下のようにして行なった。40～42℃に温度制御された、表面が平坦なステンレス板を金型とし、該金型面に40～42℃に調整した各樹脂組成物を厚さが200μmになるように塗布した。メタルハライドタイプの紫外線ランプ（日本電池（株）製）を用い、積算光量2000mJ/cm²、ピーク照度250mW/cm²の条件で照射を行なって、樹脂組成物を硬化させた後、硬化物を剥離して、測定用試料を得た。

【0087】圧縮弾性率測定用試料の調整

圧縮弾性率の測定用の試料の作成は、表面が平坦なステンレス板に替えて、表面にフレネルレンズの逆型形状を有するニッケル製金型を用いた以外は、上記の動的粘弾性測定用試料の調整と同様にして、フレネルレンズの形状を有する測定用試料を得た。

【0088】動的粘弾性の測定

得られた試料を30mm×3mm×0.2mmの短冊状に成形し、動的粘弾性測定装置（（株）オリエンテック製、「レオパイロン」）を用いて、試料に0.05%

の負荷歪みを与えて、貯蔵弾性率、および損失正接の測定を行った。周波数は1～10Hzとし、温度範囲は、-100～100℃とした（3℃/minの昇温速度）。この測定により、貯蔵弾性率の温度依存性曲線、および、損失正接の温度依存性曲線を得た。

【0089】得られた貯蔵弾性率の温度依存性曲線から、25℃（常温）、0℃、および-20℃の各温度における貯蔵弾性率を求めた。これとは別に、強制振動の周波数を1Hzとし、その他は上記と同様にして得た貯蔵弾性率の温度依存性曲線から、80℃における貯蔵弾性率を求め、平衡弾性率とした。

【0090】また、得られた損失正接の温度依存性曲線から、25℃（常温）、0℃、および-20℃の各温度における損失正接を求めた。

【0091】ガラス転移温度は、損失正接(tanδ)の1Hzにおけるピーク位置での温度とした。

【0092】動摩擦係数の測定

厚さ100μmとし、アクリル板で覆って紫外線を照射した以外は、上記の動的粘弾性測定用の試料と同様にして試料を得た。測定には、表面性測定装置（新東科学（株）製、ヘイドン・トライボギア タイプ：14DR）を使用した。得られた試料表面にボール圧子で垂直

荷重を加え(100gの点圧)、ボール圧子を300mm/minの速度で試料表面を滑らせて動摩擦係数を測定した。この測定を5回行い、その平均値を動摩擦係数の値とした。なお、測定荷重を垂直荷重で除したものを動摩擦係数とした。

【0093】圧縮弾性率の測定

超微小硬度計(独国フィッシャー社製、H-100V)を用いたユニバーサル硬さ試験を応用することにより、圧縮弾性率を算出した。すなわち、圧子による荷重を所定の値になるまで徐々に増加させ、その後、徐々に減少させることにより、侵入深さの荷重依存性曲線を得、その測定結果を解析することにより圧縮弾性率を算出した。圧子として、直径が0.4mmのタングステンカーバイト(WC)製のボール圧子を使用した。

【0094】侵入深さの荷重依存性曲線は、典型的には、図2に示すような様相を示す。まず、荷重が0(点a)から荷重 f を徐々に増加させると変形が起き、徐々に圧子の侵入深さが増加する。ある荷重値で荷重の増加を停止させると、塑性変形による侵入が停止し(点b)、その後、荷重値をそのまま維持すると、その間、クリープ変形により侵入深さの増加が続き、荷重値の維持を止める点cに至る。その後、荷重を徐々に減少させると、弾性変形によって、点dに向かって侵入深さが減少する。

【0095】上記において、図2中の点bにおける荷重値である最大荷重値 F は、20mNに設定した。その理由は以下のとおりである。実際のプロジェクションスクリーンにおけるフレネルレンズシートとレンチキュラーレンズシートとの接触圧の実測が困難である。しかしながら、スクリーンを構成するレンズの変形が、条件の厳しいレンズシートの外周部で10 μ m程度であれば、レンズの性能上、許容できる。しかし、測定の煩雑さ、形状による断面形状の違いによるデータのばらつきから、形状が比較的平面に近い中心付近(0~100mm)において測定を行った方が良いと言える。したがって、従来用いられているレンズシートが10 μ m変形するのに必要な荷重が、ほぼ20mNであることから、最大荷重値を20mNとしたものである。また、クリープ変形を行なわせる時間は、適宜60秒間とした。

【0096】侵入深さの荷重依存性曲線を求める手順を以下に示す。

- (1) 圧縮のための荷重値を0から20mNになるまで、0.1秒毎に100ステップで増加させる。
- (2) 20mNになった荷重値を60秒間維持し、クリープ変形を起こさせる。
- (3) 荷重値が0.4mN(試験機最低荷重)になるまで、0.1秒毎に40ステップで減少させる。
- (4) 荷重値が0.4mNのまま60秒間維持し、侵入深さを回復させる。
- (5) 以上の(1)~(4)の操作を三回繰り返す。

【0097】なお、ボール圧子を作用させる部位としては、図3に示すように、フレネルレンズを構成する個々の細分化されたレンズ面、例えば、図3中、2c、2c'、および2c''で示すような部分の、中央部付近であることが好ましい。レンズ面の隣接する凹部同士の間隔をピッチ P とすれば、 $P/2$ に相当する位置の付近である。その他のレンズ形状の場合にも、レンズを形成する個々のレンズ面の中央付近にボール圧子を作用させることが好ましい。

【0098】圧縮弾性率(E)は、下記の式により求めた。

$$E = 1 / (2(hr(2R - hr))^{1/2} \times H \times (\Delta H / \Delta f) - (1 - n) / e)$$

ここで、 hr は、荷重 f が最大値 F であるときの荷重減少区域の、侵入深さの荷重依存性曲線の接線と侵入深さ軸(横軸)との交点の侵入深さ(単位:mm)である。 R は、ボール圧子の半径($2R = 0.4$ mm)である。 H は、侵入深さ h の最大値(単位:mm)である。 $\Delta H / \Delta f$ は、荷重 f が最大値 F であるときの荷重減少区域の、荷重 \rightarrow 侵入深さ曲線の傾きの逆数である。 n は、ボール圧子の素材(WC)のポアソン比($n = 0.22$)である。 e はボール圧子の素材(WC)の弾性率($e = 5.3 \times 10^5$ N/mm²)である。

【0099】前記で説明したように、荷重の増減等を(1)~(4)の順で3回繰り返して、1回ごとに侵入深さの荷重依存性曲線を求め、その曲線の各々から圧縮弾性率(E)(単位:MPa)をそれぞれ求め、それらの平均値を圧縮弾性率とした。

【0100】最大変形量および残留圧縮量

上記の圧縮弾性率の測定に際し、図2に示す点cにおける変形量を最大変形量を定義する。

【0101】また、点eにおける変形量を、残留変形量と定義する。

【0102】復元速度

復元速度は、図2の点c、すなわち最大変形時から2秒経過後(試験開始時から72秒経過後)の変位量を Δh (μ m)、復元時間 Δt (秒)とした場合に、 $V = \Delta h / \Delta t$

で定義されるものである。

【0103】クリープ変形率

クリープ変形率(C)は、下記の式を用いて求めた。

$$C = (h_2 - h_1) \cdot 100 / h_1$$

ここで、 h_1 は一定試験荷重(ここでは20mN)に達したとき(図2において点b)の侵入深さ、 h_2 はその試験荷重を保持して所定時間(60秒)経過した後(図2において点c)の侵入深さ、をそれぞれ示す(単位はmm)。

【0104】弾性変形率

図5は、侵入深さの荷重依存性曲線を示したグラフである。弾性変形率は、全負荷エネルギーに対する弾性変形

エネルギーの割合であり、図5の侵入深さの荷重依存性曲線から求めることができる。図5において、

A:初期状態

B:最大荷重負荷時、最大変形時

B-C:クリープ変形量

D:除荷重後(最低荷重まで)

D-E:最低荷重時のクリープ変形量

E-A:残留変形量

$h_{\text{max}}-E$:回復変形量

とすると、弾性変形率(η_e)は、

$$\eta_e = W_{\text{elastic}} / W_{\text{total}}$$

で表すことができる。ただし、

$$W_{\text{total}} = \int F1(h) dh$$

$$W_{\text{elastic}} = \int F2(h) dh$$

である。

【0105】損失面積

上記の動的粘弾性測定において、10Hzでの損失正接の温度依存性曲線について、 $-20 \sim 50^\circ\text{C}$ の範囲において積分した値を、損失面積($^\circ\text{C}$)とした。

【0106】TVセット潰れ試験

上記に説明した圧縮弾性率(E)、およびクリープ変形率(C)を測定した各樹脂組成物と同様の組成物を用いて成形されたフレネルレンズシートを所定のレンチキュラーレンズシートとを合わせ、4辺をテープで固定し、各テレビサイズの木枠に嵌め込んでテレビ実装し、白画面を目視により観察評価した。1時間経過後にフレネルレンズシートがつぶれているものは「×」、つぶれが認められないものは「○」とした。また、 $\Delta \sim \bigcirc$ の範囲で、つぶれが若干認められるものを「 $\bigcirc-$ 」とした。

【0107】屈折率

試料としては動的粘弾性用の試料と同様にして調整した硬化済シートを用い、その試料をアッペ屈折率計のプリズム部に1-プロモナフタレンを用いて密着させ、試料温度を 25°C としてD線($\lambda = 589\text{nm}$)での屈折率を測定した。(その他は「JIS-K7105」に準拠)

【0108】振動試験

フレネルレンズシートとレンチキュラーレンズシートとを、各々のレンズ面同士を密着させ、四辺を粘着テープで固定し、TV画面サイズの木枠にはめ込んだものを、温度が一定に保たれた環境試験室内に設置した振動試験機((株)アカシ製、振動試験機、EDS252)にセットした。振動条件としては、図3に示すPSD(Power Spectrum Density)波形に示すランダム波とし、4320秒を1サイクルとして、5000kmのトラック輸送に相当する振動試験を、 25°C の温度では10サイクル、 0°C の温度では5サイクル、 -20°C の温度では3サイクル、行なった。

【0109】このランダム波は、統計的性質を有する不確定波で、PSD関数により性質を表現することが可能であり、この振動試験においては、その関数を指標に試

験条件を決定している。このようなランダム波を使用した理由は、振動の非線形要素を排除できること、即ち、プロジェクションスクリーンの取付け、梱包形態などによる非線形要素を排除して対象物の振動を一定の状況で加振することが可能になるからである。また、振動は、試験開始時を0とした時間軸のいずれにおいても、すべて異なるので、実際の輸送時の振動により近い状況を作り出せるからである。

【0110】なお、環境温度は 25°C (常温)、 0°C 、および -20°C とし、試験終了後、プロジェクターにより、全体が白色の画面を投射した際に、擦れによる輝度ムラが明瞭に認められるものを×、輝度ムラが認められるが目立たないものを△、輝度ムラが認められないものを○とした。

【0111】荷重積載試験

上記に説明した圧縮弾性率、およびクリープ変形率を測定した各樹脂組成物と同様の組成物を用いて成形されたフレネルレンズシートを、所定のレンチキュラーレンズシートとを合わせ、4辺をテープで固定し、テレビサイズの木枠に嵌め込んでテレビ実装し、レンズ間に $40\text{g}/\text{cm}^2$ の圧力をかけて10日間常温で放置した。その後荷重を開放する。荷重開放後、TVの白画面を目視により観察評価した。荷重開放時から20分以内に形状が復元して潰れが見えなくなったものを「○」、1~6時間以内に復元して潰れが見えなくなったものを「△」、6時間以上経過して潰れが見えなくなったもの、および全く復元しないものについては「×」とした。

【0112】上記の評価結果における、樹脂組成物A1~A18、およびB1~B27のガラス転移温度(T_g)と平衡弾性率(CLD)のデータをプロットとしたグラフを図6に示す。また、各樹脂組成物の弾性変形率(W_e)と圧縮弾性率(E)のデータをプロットとしたグラフを図7に示す。

【0113】さらに、各樹脂組成物の圧縮弾性率(E)とクリープ変形率(C)のデータをプロットとしたグラフを図8に示す。

【0114】上記の評価結果及び各グラフを見て判るように、樹脂A1~A5において、 -20°C における損失正接($\tan \delta$)が0.02未満であり、低温環境下で光学素子面どうしが接触した状態で輸送された場合、擦れ傷が付きやすい結果となっている。(振動試験)

【0115】また、樹脂A2とA3を比較すると、樹脂A2の -20°C の貯蔵弾性率が $2.96 \times 10^{10} \text{ dyne}/\text{cm}^2$ 以下であるのに対し、樹脂A3の -20°C の貯蔵弾性率は $2.96 \times 10^{10} \text{ dyne}/\text{cm}^2$ を超えた大きい値であるため、低温環境下で光学素子面どうしが接触した状態で輸送された場合、擦れ傷が付きやすい結果となっている。(振動試験)

【0116】樹脂A7は、弾性変形率(W_e)と圧縮弾性率(E)の関数が、 $W_e \leq -0.0189E + 34$ 。

2であり、請求の範囲の第2項を満足せず、レンズ面同士の圧縮によるつぶれに対し、復元性に欠けたものである。

【0117】また、樹脂A8は、圧縮弾性率(E)とクリープ変形率(C)の関係が、請求の範囲の請求項6に規定した範囲から外れ、レンズ面同士の圧縮によるつぶれに対し、クリープ性能が劣るためにつぶれが発生してしまう。

【0118】樹脂A9、A15、A16は、動摩擦係数が0.07~0.15の範囲内になく、大きな数値になっており、-20℃付近での輸送の際に発生する擦り傷が発生しやすくなっている。

【0119】また、樹脂A12、A13、A14、A17は、TVセット潰れ試験、荷重積載試験、及び各温度における振動試験の結果は全て良好である。

【0120】樹脂A18は、ガラス転移温度が35℃の上限値であるためか、レンズ面同士の圧縮によるつぶれに対し、復元性にやや欠けたものである。

【0121】また、樹脂A9、A10、A11を比較した場合、それぞれが同等の材料物性(-20℃の貯蔵弾性率、弾性変形率、圧縮弾性率等)を有しているが、動摩擦係数が大きくなると、-20℃付近での輸送の際に発生する擦り傷が発生しやすくなっている。

【0122】さらに、樹脂A11とA18及びB4は、動摩擦係数が0.07~0.15の範囲内であるが、下限値に近い低めの値であり、TVセット潰れ試験、荷重積載試験が良くない結果でも、輸送の際に発生する擦り傷を防止する結果となっている。

【0123】樹脂B11とB21の動摩擦係数が0.20以上であり、常温から低温にかけて、輸送の際に発生する擦り傷が多く発生しやすくなっている。

【0124】樹脂B19は、最も常温から低温における輸送の際に発生する擦り傷を防止した結果となっている。但し、TVセット潰れ試験、荷重積載試験では良くない結果である。

【0125】また、樹脂B23とB25を比較した場合、両者とも動摩擦係数が0.15と同一であるが、貯蔵弾性率が $2.96 \times 10^{10} \text{ dyne/cm}^2$ 以下であるかどうかで、低温での輸送の際に発生する擦り傷に大きな差が生じている。つまり、樹脂B23は、常温では潰れて接触面積が大きく、擦れ易くなっている(擦り傷が発生しやすい)が、低温では硬くなり、接触面積が小さくなり、擦れにくくなっている(擦り傷が発生しにくくなっている)と考えられる。

【0126】さらに、図9は、上記の評価結果に基づい

て、各樹脂組成物の最大変形量と復元スピードとの関係をプロットしたグラフである。また、図10は、各樹脂組成物の残留変形量と復元スピードとの関係をプロットしたグラフである。

【0127】図9に示すように、A19~A22の樹脂組成物では、復元速度を $V(\mu\text{m}/\text{秒})$ と最大変形量を $DM(\mu\text{m})$ との関係が、 $V \geq 0.178DM - 0.852$ の領域内にあり、荷重積載試験や振動試験の結果も良く、レンズ潰れやレンズ擦れが低減されていることがわかる。

【0128】図10に示すように、A19~A22の樹脂組成物では、復元速度を $V(\mu\text{m}/\text{秒})$ と残留変形量 (μm) との関係が、 $V \geq 0.858R - 0.644$ の領域内にあり、荷重積載試験、TVセット潰れ試験、および荷重積載試験の全ての試験において結果が良く、レンズ潰れが無く、レンズの復元性も高く、かつ耐擦れ性の高い樹脂組成物であることがわかる。

【図面の簡単な説明】

【図1】光学素子であるプロジェクションスクリーンを示す概略図である。

【図2】侵入深さの荷重依存性曲線を説明するための概略図である。

【図3】圧子を作用させる部位を示す概略図である。

【図4】振動試験に用いたPSD波形のグラフである。

【図5】侵入深さの荷重依存性曲線を説明するための概略図である。

【図6】実施例および比較例に用いた樹脂組成物のガラス転移温度と平衡弾性率との関係をプロットとしたグラフである。

【図7】実施例および比較例に用いた樹脂組成物の弾性変形率と圧縮弾性率との関係をプロットとしたグラフである。

【図8】実施例および比較例に用いた樹脂組成物の圧縮弾性率とクリープ変形率との関係をプロットとしたグラフである。

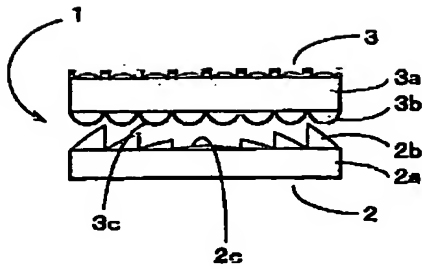
【図9】実施例および比較例に用いた樹脂組成物の最大変形量と復元スピードとの関係をプロットしたグラフである。

【図10】実施例および比較例に用いた樹脂組成物の残留変形量と復元スピードとの関係をプロットしたグラフである。

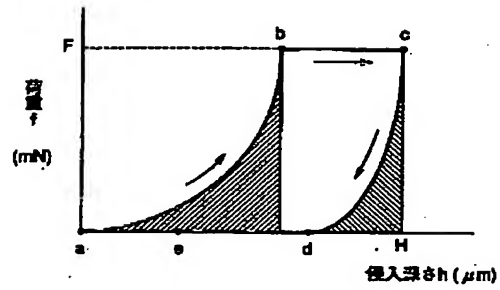
【符号の説明】

- 1 プロジェクションスクリーン
- 2 フレネルレンズシート
- 3 レンチキュラーレンズシート

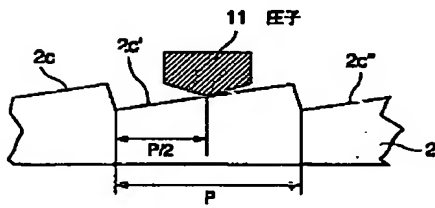
【図1】



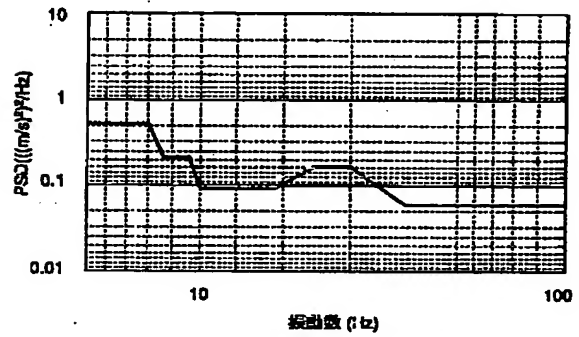
【図2】



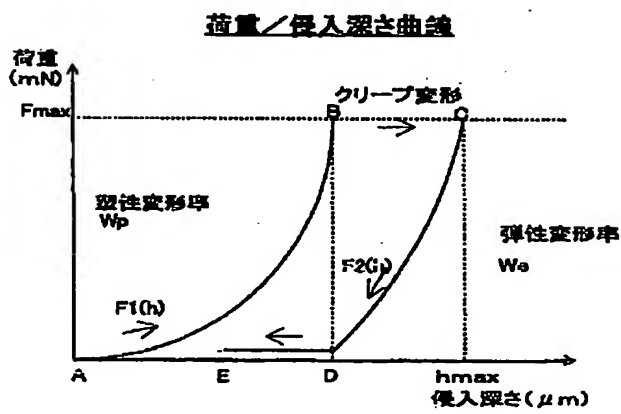
【図3】



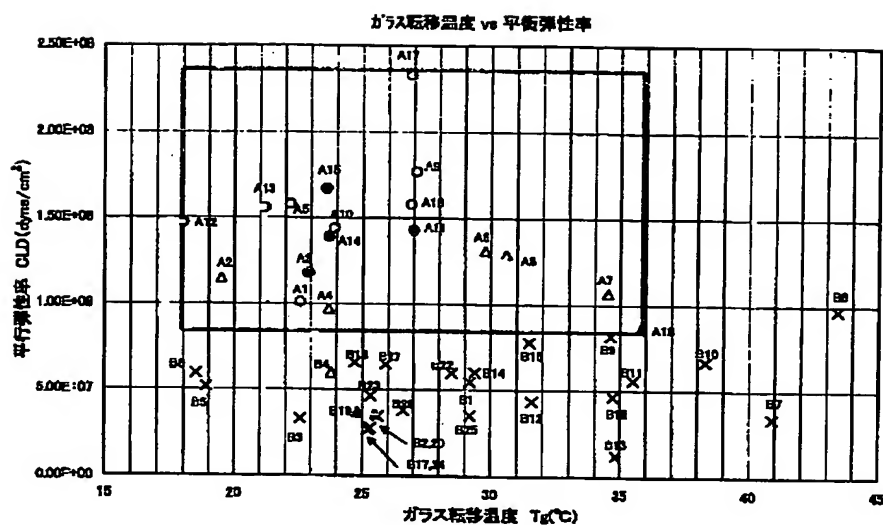
【図4】



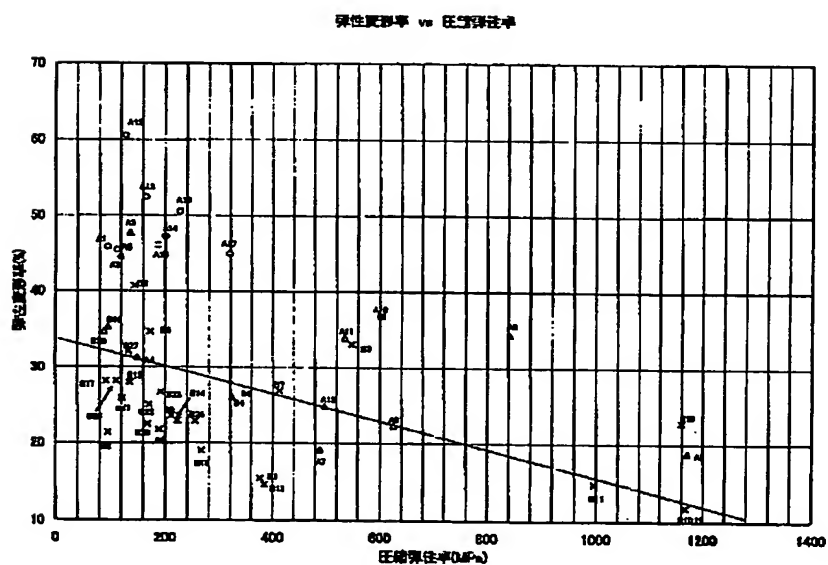
【図5】



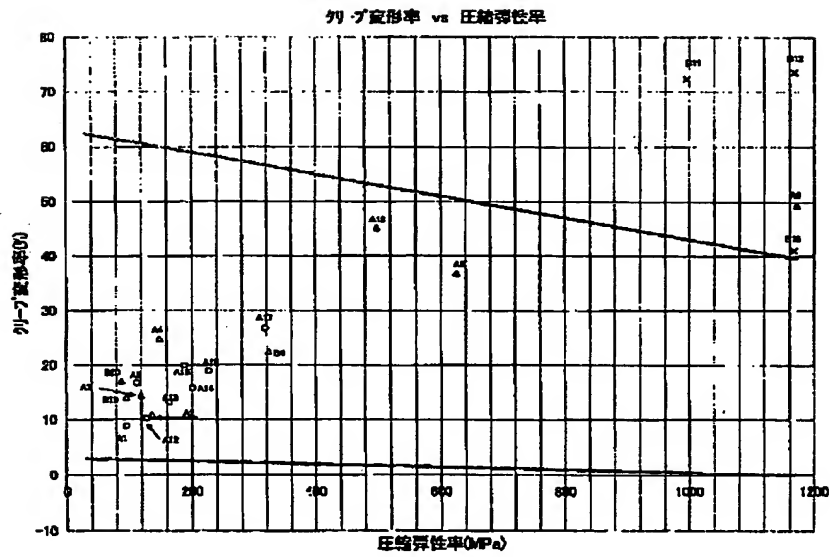
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

